

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Rec'd PCT/PTO

22 SEP 2004

10/509420



REC'D 12 JUN 2003

WIPO

PCT

PCT/EP03/2998

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 13 133.3

Anmeldetag: 23. März 2002

Anmelder/Inhaber: Marconi Communications GmbH,
Backnang/DE

Erstanmelder: Marconi Communications
ONDATA GmbH, Backnang/DE

Bezeichnung: Optische Schaltstation

IPC: H 04 J, H 04 Q

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Mai 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
 Im Auftrag

Weller

Wenner

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

MARCONI COMMUNICATIONS ONDATA GMBH, 71520 BACKNANG

G. 81655

5

Optische Schaltstation

10 Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der optischen Nachrichtenübertragung und zwar insbesondere eine optische Schaltstation.

15 Eine derartige Schaltstation wird benötigt, um Nachrichtensignale zwischen einer Mehrzahl von Durchgangsverkehr-Eingangs- und -Ausgangskanälen zu vermitteln oder über Abzweigkanäle solche Nachrichtensignale lokal einzuspeisen oder zu terminieren.

20 Eine solche Schaltstation kann im einfachsten Fall aufgefasst werden als eine Matrixanordnung, in der die Eingangskanäle Zeilen und die Ausgangskanäle Spalten bilden und an jedem Kreuzungspunkt zwischen einem Eingangs- und einem Ausgangssignal ein Schalter angeordnet ist, der geschlossen werden kann, um 25 ein Signal von einem Eingangskanal auf einen Ausgangskanal durchzuschalten.

30 Eine solche Matrix wird als blockierungsfrei bezeichnet, da es ungeachtet anderer bereits über die Matrix hergestellter Verbindungen stets möglich ist, ein an einem gegebenen Eingangskanal eintreffendes Nachrichtensignal mit einem gewünschten Ausgangskanal zu verbinden, sofern der betreffende

Ausgangskanal nicht bereits von einem anderen Nachrichtensignal belegt ist.

Die Zahl der für eine solche Schaltmatrix benötigten Schalter entspricht dem Produkt der Zahl der Eingangs- und Ausgangskanäle, d.h. sie nimmt mit dem Quadrat der Zahl der gleichzeitig herstellbaren Verbindungen zu, was derartige Schaltmatrizen mit einer großen Zahl von Kanälen sehr teuer macht. Außerdem kann eine solche Schaltmatrix, wenn ihre Vermittlungskapazität den Anforderungen nicht mehr genügt, nur ausgetauscht, aber nicht erweitert werden, was ebenfalls die Kosten von auf solchen Schaltstationen basierenden Fernmeldesystemen in die Höhe treibt.

Glücklicherweise ist es bei den meisten Fernmelde- netzen nicht erforderlich, eine Verbindung zwischen jedem beliebigen Eingangskanal und jedem beliebigen Ausgangskanal einer Schaltstation herstellen zu können. Im allgemeinen sind nämlich Schaltstationen eines solchen Fernmeldenetzes durch Leitungen verbunden, auf denen eine Mehrzahl von Nachrichtensignalen gleichzeitig in einem Multiplexverfahren übertragbar ist und die jeweils an eine der Zahl der übertragbaren Nachrichtensignale entsprechende Zahl von Eingangs- bzw. Ausgangskanälen einer Schaltstation angeschlossen sind. Um ein eintreffendes Nachrichtensignal in einer Schaltstation korrekt weiter vermitteln zu können, ist es daher ausreichend, wenn dieses auf einen beliebigen von mehreren Ausgangskanälen durchschaltbar ist, die an eine zum Ziel des Nachrichtensignals führende Leitung angeschlossen sind. Dies ermöglicht einen modularen

Aufbau einer Schaltstation, wie in Fig. 1 dargestellt. Eingangsleitungen I1 bis IM in Form von optischen Fasern, die jeweils eine Mehrzahl von Nachrichtensignalen im Wellenlängenmultiplex bei Trägerwellenlängen λ_1 bis λ_N befördern können, münden jeweils auf einen Eingang eines Demultiplexers D1 bis DM. Jeder Trägerwellenlänge des Wellenlängenmultiplex entspricht ein Ausgang, in der Fig. mit λ_1 bis λ_N bezeichnet, jedes Demultiplexers D1 bis DM, auf dem ein eintreffendes Nachrichtensignal mit der betreffenden Trägerwellenlänge ausgegeben wird.

Jeder Trägerwellenlänge λ_1 bis λ_N ist eine Schaltmatrix S1 bis SN mit je M Eingängen und Ausgängen zugeordnet. Die M Eingänge jeder Schaltmatrix sind jeweils mit einem Ausgang eines der M Demultiplexer verbunden. Die M Ausgänge jeder Schaltmatrix sind jeweils mit einem Eingang eines von M Multiplexern verbunden, die an ihren je N Eingängen Signale der Wellenlängen λ_1 bis λ_N von den verschiedenen Schaltmatrizen S1, ..., SN empfangen und auf jeweils eine Ausgangsleitung O1, ..., OM multiplexen. Um ein Nachrichtensignal korrekt durch die Schaltstation zu führen, genügt es, es demjenigen Multiplexer zuzuleiten, der mit der zum Ziel des Nachrichtensignals führenden Ausgangsleitung verbunden ist. An welchem der Eingänge dieses Multiplexers das Signal eintrifft, ist durch seine Trägerwellenlänge festgelegt.

Das in Fig. 1 gezeigte Schema einer Schaltstation eignet sich für modularen Aufbau, denn wenn die Vermittlungskapazität der Schaltstation den Anforderungen nicht mehr genügt, genügt es, die Zahl der

im Multiplex auf den Eingangs- und Ausgangsleitungen übertragenen Nachrichtensignale und die Zahl der Aus- und Eingänge der Demultiplexer bzw. Multiplexer zu vergrößern und entsprechend den hinzugekommenen Multiplexwellenlängen zusätzliche Schaltmatrizen hinzuzufügen. Die bereits vorhandenen Schaltmatrizen können unverändert weiter genutzt werden. Dies ermöglicht den Aufbau eines Fernmelde-
5 netzes mit geringen, der jeweils benötigten Kapazität entsprechenden Anfangsinvestitionen und eine 10 sukzessive, am Bedarf orientierte Aufrüstung.

Ein Problem ergibt sich, wenn mit einer Schaltstation vom in Fig. 1 gezeigten Typ auch Abzweigverkehr (Add/Drop-Traffic) verarbeitet werden soll, 15 d.h. wenn an der Schaltstation eintreffende oder ausgehende Nachrichtensignale terminiert werden sollen, d.h. wenn eintreffende Nachrichtensignale nicht auf eine Ausgangsleitung weitervermittelt 20 werden, sondern von der Schaltstation oder einem daran angeschlossenen Gerät verarbeitet werden bzw. ein von der Schaltstation oder einem solchen angeschlossenen Gerät erzeugtes Signal über die Schaltstation in das Fernmeldenetz eingespeist werden 25 soll. Um eine Anzahl A solcher Signale blockierungsfrei terminieren zu können, müssen an jeder der Schaltmatrizen S1 bis SN A Eingänge bzw. Ausgänge für den Abzweigverkehr bereitgehalten werden. Wenn der Bedarf des Betreibers einer solchen 30 Schaltstation nach lokal terminierbaren Anschlüssen steigt, so kann er nur befriedigt werden, wenn zu Lasten des Durchgangsverkehrs Eingänge bzw. Ausgänge der Schaltmatrizen für den Abzweigverkehr umgewidmet werden (was die Zahl der auf den Eingangs-

und Ausgangsleitungen im Multiplex nutzbaren Wellenlängen verringert), oder wenn sämtliche Schaltmatrizen durch solche mit einer höheren Zahl von Ein- und Ausgängen ausgetauscht werden. Dann ist

5 aber keine Möglichkeit mehr gegeben, die Schaltstation unter Weiterverwendung vorhandener Komponenten steigenden Kapazitätsanforderungen anzupassen, und die Kosten für eine Aufrüstung sind stark erhöht.

10 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, eine Schaltstation für ein optisches Fernmeldenetz anzugeben, das die lokale Terminierung von Abzweigverkehr erlaubt und dessen Struktur es zulässt, die Anzahl der lokal terminierbaren Verbindungen unter

15 Weiternutzung vorhandener Komponenten zu vergrößern.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine optische Schaltstation mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. des

20 Anspruchs 7, wobei Anspruch 1 den Aspekt der lokalen Terminierung ausgehender Verbindungen und Anspruch 7 den der lokalen Terminierung eintreffender Verbindungen betrifft.

25 Unteransprüche sind auf vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gerichtet.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungen beispielhaft mit Bezug auf die beigelegten Figuren. Es zeigen:

30

Fig. 1, bereits behandelt, das Grundprinzip einer optischen Schaltstation;

5 Fig. 2 eine erste Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Schaltstation; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Schaltmatrix, und

10 10 Fig. 4 eine zweite Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Schaltstation.

Die in Fig. 2 gezeigte Schaltstation ist aufgebaut aus fünf Gruppen von Schaltmatrizen, Demultiplexern und Multiplexern. Die erste Gruppe von N Schaltmatrizen S1-1 bis S1-N ist in ihrer Funktion analog zu den Schaltmatrizen S1-1 bis SN aus Fig. 1. Es sind quadratische Matrizen mit je 3M-1 Eingängen, von denen die Eingänge i1 bis iM, die hier auch als Durchgangsverkehr-Eingangskanäle bezeichnet werden, jeweils an einen Ausgang eines der Demultiplexer D1, ..., DM angeschlossen sind. Der Eingang jedes Multiplexers schließt eine von M optischen Eingangsfasern I1, ..., IM ab, auf denen jeweils bis zu N Nachrichtensignale mit Trägerwellenlängen $\lambda_1, \dots, \lambda_N$ im Wellenlängenmultiplex übertragbar sind. Die je N Ausgänge der Demultiplexer D1, ..., DM sind mit den Eingängen der Schaltmatrizen S1-1, ..., S1-N so verbunden, dass jeder Schaltmatrix S1-n, n = 1, ..., N von jedem Demultiplexer ein Nachrichtensignal mit der dieser Schaltmatrix zugeordneten Trägerwellenlänge λ_n zugeführt wird.

Von M Ausgängen o_1, \dots, o_M jeder Schaltmatrix der ersten Gruppe, auch als Durchgangsverkehr-Ausgangskanäle bezeichnet, ist jeder an einen Eingang eines der Multiplexer M_1 bis M_M angeschlossen,

5 von deren Ausgang jeweils eine optische Ausgangsfaser O_1, \dots, O_M ausgeht. Da jeder der Multiplexer M_1, \dots, M_M exakt eine Verbindung zu jeder Schaltmatrix der ersten Gruppe aufweist, ist sichergestellt, dass keine zwei Schaltmatrizen einem Multiplexer Nachrichtensignale gleicher Trägerfrequenz zuführen können, die einander auf der an dem Multiplexer angeschlossenen optischen Ausgangsfaser überlagern würden.

10

15 Die Schaltstation verfügt über eine Anzahl P von Eingängen zum Hinzufügen von Abzweigverkehr. Bei diesen P Eingängen handelt es sich um die Eingänge einer zweiten Gruppe von AD Schaltmatrizen S_{2-1}, \dots, S_{2-AD} mit jeweils M genutzten Eingängen und

20 $2M-1$ genutzten Ausgängen (unter der Annahme, dass $P=M \cdot AD$ gilt. Wenn $P < M \cdot AD$ ist, kann die Zahl der genutzten Eingänge einzelner Schaltmatrizen der zweiten Gruppe natürlich auch kleiner als M sein.).

25 Diese zweite Gruppe von Schaltmatrizen bildet die erste Stufe eines dreistufigen Clos-Netzwerks, dessen zweite Stufe durch eine dritte Gruppe bestehend aus $2M-1$ Schaltmatrizen $S_{3-1}, \dots, S_{3-(2M-1)}$ mit je AD genutzten Eingängen und N Ausgängen gebildet

30 ist. Die dritte Stufe des Clos-Netzwerks ist durch die Schaltmatrizen S_{1-1}, \dots, S_{1-N} der ersten Gruppe gebildet, deren Eingänge $iM+1, \dots, i3M-1$ jeweils mit den Ausgängen der Matrizen der dritten Gruppe verbunden sind. Dabei kann jede Matrix der

ersten Gruppe, wie in Fig. 3 veranschaulicht, als eine Kombination mehrerer Teil-Schaltmatrizen in einer Baueinheit aufgefasst werden, nämlich einer ersten quadratischen Teilmatrix TM_1 , zu der die

5 Ein- und Ausgänge i_1 bis i_M und o_1 bis o_M gehören, und die für die Vermittlung des Durchgangsdatenverkehrs zuständig ist, eine zweite Teilmatrix TM_2 , zu der die Eingänge i_{M+1} bis i_{3M-1} und die Ausgänge o_1 bis o_M gehören und die die Vermittlung des über die

10 Schaltmatrizen S_{2-1} , S_{2-AD} , S_{3-1} , ..., $S_{3-(2M-1)}$ hinzugefügten Abzweigverkehrs zum Durchgangsdatenverkehr bewerkstelligt, sowie zwei weitere Teilmatrizen TM_3 und TM_4 , auf die später noch eingegangen wird.

15 Wenn bei dieser Schaltstation die Zahl P der Eingänge für Abzweigverkehr erhöht werden muss, so kann es völlig ausreichend sein, weitere Schaltmatrizen zur zweiten Gruppe hinzuzufügen. Wenn die

20 Zahl der physisch vorhandenen (aber möglicherweise vor der Erweiterung noch nicht genutzten) Eingänge der Schaltmatrizen der dritten Gruppe nicht kleiner ist als die Zahl der Schaltmatrizen der zweiten Gruppe, so können die der dritten Gruppe unverändert weiter genutzt werden; andernfalls sind sie

25 durch Schaltmatrizen mit einer größeren Zahl von Eingängen auszutauschen. An den Schaltmatrizen der ersten Gruppe sind keine Änderungen erforderlich.

30 In gleicher Weise wie das Hinzufügen von Abzweigverkehr unterstützt die erfindungsgemäße Schaltstation auch die lokale Verarbeitung von Nachrichtensignalen, die auf einer der Eingangsfasern I_1 , ..., I_M eintreffen aber nicht an eine der Ausgangsfasern

01, ..., OM weitergeleitet werden. Zu diesem Zweck dient die Teilmatrix TM3 jeder Schaltmatrix der ersten Gruppe, die in der Lage ist, jeden der Durchgangsverkehr-Eingangskanäle i_1, \dots, i_M mit einem von $2M-1$ Ausgängen o_{M+1}, \dots, o_{3M-1} zu verbinden. Die Teilmatrizen TM3 der Schaltmatrizen der ersten Gruppe bilden so jeweils die erste Stufe eines zweiten Clos-Netzwerks, dessen zweite und dritte Stufe jeweils durch eine vierte Gruppe von $2M-1$ Schaltmatrizen $S4-1$ bis $S4-(2M-1)$ mit N Eingängen und AD Ausgängen bzw. eine fünfte Gruppe von AD Schaltmatrizen $S5-1, \dots, S5-AD$ mit zwei $M-1$ Eingängen und M Ausgängen gebildet sind. Die Ausgänge der Schaltmatrizen der fünften Gruppe bilden die Ausgangskanäle d_1, \dots, d_P für Abzweigdatenverkehr der Schaltstation.

Die Teilmatrizen TM4 der Schaltmatrizen der ersten Gruppe können ungenutzt bleiben, im Bedarfsfalle können sie jedoch auch eingesetzt werden, um Eingangskanäle a_1, \dots, a_P und Ausgangskanäle d_1, \dots, d_P für den Abzweigdatenverkehr miteinander zu verbinden.

Dadurch, dass die dritte Gruppe von Schaltmatrizen $S3-1, \dots, S3-(2M-1)$ insgesamt $2M-1$ Schaltmatrizen umfasst, ist sichergestellt, dass ein an einem beliebigen Abzweigdatenverkehr-Eingangskanal $a_j, j=1, \dots, P$ eingespeistes Nachrichtensignal jeden beliebigen Multiplexer M_1 und damit jede beliebige Ausgangsfaser $01, \dots, OM$ erreichen kann, vorausgesetzt, dass auf der gewünschten Ausgangsfaser überhaupt eine Trägerwellenlänge für dieses Nachrichtensignal frei ist, wie im folgenden gezeigt wird:

Im ungünstigsten Fall ist eine einzige Trägerwellenlänge, z.B. die Trägerwellenlänge λ_i frei. Dieser Trägerwellenlänge λ_i ist die Schaltmatrix $S1-i$ der ersten Gruppe zugeordnet. Um das Nachrichtensignal mit der Trägerwellenlänge λ_i weiterleiten zu können, muss also sichergestellt sein, dass der Abzweigdatenverkehr-Eingangskanal a_j mit der Schaltmatrix $S1-i$ verbindbar ist. Im ungünstigsten Falle können von deren Eingängen $iM+1, \dots, i3(M-1)$ bis zu $M-1$ Stück belegt sein (wäre die Zahl der belegten Eingänge größer, wäre auch keiner ihrer Ausgänge a_1, \dots, a_M mehr frei, und das Nachrichtensignal könnte nicht vermittelt werden, weil auch die Wellenlänge λ_i der gewünschten Ausgangsleitung bereits belegt ist. Dies widerspricht jedoch der eingangs gemachten Annahme, kann also nicht zutreffen.

In einer solchen Situation sind also von den Schaltmatrizen der dritten Gruppe $S3-1, \dots, S3-(2M-1)$ maximal $M-1$ Matrizen nicht in der Lage, mit der Schaltmatrix $S1-i$ zu verbinden; bei den restlichen M Matrizen der dritten Gruppe jedoch ist der zu $S1-i$ führende Ausgang frei. Dies entspricht einer Gesamtzahl von $M*AD$ Eingängen von Schaltmatrizen der dritten Gruppe, über die das Nachrichtensignale geführt werden könnte. Da insgesamt nur bis zu $M*AD$ Abzweigverkehr-Eingangskanäle a_1, \dots, a_P vorhanden sind, muss zwangsläufig einer dieser Eingänge frei sein. D.h., die dritte Gruppe muss mindestens $2M-1$ Schaltmatrizen umfassen, um sicherzustellen, dass an einem beliebigen Abzweigverkehr-Eingangskanal a_j eingespeister Abzweigdatenverkehr eine Ausgangsfaser erreichen kann, für die er be-

stimmt ist, sofern überhaupt Übertragungskapazität auf der Faser vorhanden ist.

5 In analoger Weise ist die gleiche Anzahl $2M-1$ von Matrizen bei der vierten Gruppe erforderlich, um sicherzustellen, dass ein lokal zu verarbeitendes Nachrichtensignale jedem beliebigen Abzweigdatenverkehr-Ausgangskanal d_1, \dots, d_P zugeführt werden kann.

10 Ein weiterer wichtiger Vorteil der in Fig. 2 gezeigten Schaltstation ist, dass der gesamte Durchgangsdatenverkehr nie mehr als eine einzige Schaltmatrix durchlaufen muss, um in der Schaltstation 15 vermittelt zu werden. Die Einfügungsverluste, die sich aus dem Vorhandensein der Schaltstation auf einer Übertragungsstrecke ergeben, sind daher minimal, und ein Durchgangs-Nachrichtensignal kann eine lange Wegstrecke auf den optischen Fasern I_1, I_M bzw. O_1, O_M und eventuell mehrere aufeinanderfolgende erfundungsgemäße Schaltstationen passieren, ohne dass eine Nachverstärkung oder Impulsformung dieses Signals erforderlich wird.

25 Eine bevorzugte Weiterbildung der Schaltstation aus Fig. 2 ist in Fig. 4 dargestellt. Die Eingangs- und Ausgangsfasern, Demultiplexer und Multiplexer sowie die Schaltmatrizen der ersten, dritten und vierten Gruppe sind vollauf identisch mit denen der Schaltstation aus Fig. 2 und werden hier nicht erneut beschrieben.

Die Besonderheit dieser Ausgestaltung liegt darin, dass hier die Schaltmatrizen der zweiten und der

fünften Gruppe jeweils paarweise zu Schaltmatrizen $S2'^{-1}, \dots, S2'^{-AD}$ verschmolzen sind. Die Gruppe dieser Schaltmatrizen $S2'^{-1}, \dots, S2'^{-AD}$ wird hier der Einfachheit halber ebenfalls als zweite Gruppe von Schaltmatrizen bezeichnet. Es sind quadratische Matrizen, die wie die Schaltmatrizen der ersten Gruppe je $3M-1$ Eingänge und Ausgänge aufweisen und vorzugsweise mit den Matrizen der ersten Gruppe baugleich sind. Genauso wie diese kann man sie sich in Analogie zur Fig. 3 als in Teilmatrizen $TM1, \dots, TM4$ unterteilt vorstellen, wobei jeweils die Teilmatrizen $TM3$ mit M Eingängen und $2M-1$ Ausgängen den Schaltmatrizen der zweiten Gruppe aus Fig. 2 und die Teilmatrizen $TM2$ mit $2M-1$ Eingängen und M Ausgängen den Schaltmatrizen der fünften Gruppe aus Fig. 2 entsprechen. Die Teilmatrizen $TM1$, die jeweils Abzweigdatenverkehr-Eingangs- und -Ausgangskanäle direkt miteinander verbinden, können zum Vermitteln zwischen diesen Kanälen eingesetzt werden; die Teilmatrizen $TM4$ bleiben ungenutzt.

Obwohl also mit dieser Teilmatrix $TM4$ große Teile jeder Schaltmatrix $S2'^{-1}, \dots, S2'^{-AD}$ ungenutzt sind, ist diese Lösung durchaus zweckmäßig und wirtschaftlich, da marktübliche, in großen Serien gefertigte und damit preiswerte Schaltmatrizen im allgemeinen quadratisch sind, so dass die Gesamtkosten der Komponenten für die Schaltstation gemäß Fig. 4 nicht höher liegen als für die gemäß Fig. 2. Da die Zahl der Komponenten bei der Ausgestaltung der Fig. 4 geringer ist, kann die gesamte Schaltstation kleiner und letztlich auch preiswerter gebaut werden.

Bei den obigen Beispielen wurden die Zahl der Ein- und Ausgangskanäle für Durchgangsdatenverkehr sowie die der Ein und Ausgangskanäle für Abzweigdatenverkehr jeweils als paarweise gleich angenommen. Dies

5 ist zwar für die technische Realisierbarkeit der Schaltstation günstig und entspricht im Allgemeinen auch den Bedürfnissen der Nutzer, ist aber technisch nicht zwingend erforderlich.

G. 81655

Patentansprüche

5

1. Optische Schaltstation mit
 - einer ersten Mehrzahl ($N \cdot M$) von Eingangskanälen (i_1, \dots, i_M) für Durchgangsdatenverkehr,
 - einer zweiten Mehrzahl ($N \cdot M$) von Ausgangskanälen (o_1, \dots, o_M) für Durchgangsdatenverkehr,
 - einer ersten Gruppe von optischen Schaltmatrizen ($S1-1, \dots, S1-N$) zum Verbinden jedes Durchgangsdatenverkehr-Eingangskanals (i_1, \dots, i_M) mit einem beliebigen der Durchgangsdatenverkehr-Ausgangskanäle (o_1, \dots, o_M),
wobei jeder Durchgangsdatenverkehr-Eingangskanal (i_1, \dots, i_M) an einen Eingang einer Schaltmatrix ($S1-1, \dots, S1-N$) der ersten Gruppe angeschlossen ist und jeder Durchgangsdatenverkehr-Ausgangskanal (o_1, \dots, o_M) an einen Ausgang einer Schaltmatrix ($S1-1, \dots, S1-N$) der ersten Gruppe angeschlossen ist,
 - einer dritten Mehrzahl (P) von Eingangskanälen (a_1, \dots, a_P) für Abzweigdatenverkehr,
wobei jeder Abzweigdatenverkehr-Eingangskanal (a_1, \dots, a_P) an einen Eingang einer zweiten Gruppe von Schaltmatrizen ($S2-1, \dots, S2-AD; S2'-1, \dots, S2'-AD$) angeschlossen ist,

wobei Ausgänge der zweiten Gruppe von Schaltmatrizen an Eingänge einer dritten Gruppe von Schaltmatrizen ($S3-1, \dots, S3-2M-1$) derart angeschlossen sind und Ausgänge der dritten Gruppe von Schaltmatrizen an Eingänge der ersten Gruppe von Schaltmatrizen derart angeschlossen sind, dass die Schaltmatrizen der zweiten, dritten und ersten Gruppe ein Clos-Netzwerk bilden.

10

2. Optische Schaltstation nach Anspruch 1, mit einer Mehrzahl von Demultiplexern ($D1, \dots, DM$), die jeweils einen Eingang zum Anschließen einer optischen Eingangsfaser ($I1, \dots, IM$), auf der mehrere Nachrichtensignale im Multiplex übertragbar sind, und eine Mehrzahl von Ausgängen zum Ausgeben jeweils eines einzelnen der Nachrichtensignale auf einen der Durchgangsverkehr-Eingangskanäle ($i1, \dots, iM$) aufweisen.

20

3. Optische Schaltstation nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Demultiplexer ($D1, \dots, DM$) an jede Schaltmatrix ($S1-1, \dots, S1-N$) der ersten Gruppe über genau einen Eingangskanal ($i1, \dots, iM$) angeschlossen ist.

25

4. Optische Schaltstation nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Demultiplexer ($D1, \dots, DM$) Wellenlängen-Demultiplexer sind, die ein eingehendes Nachrichtensignal auf einem anhand der Trägerwellenlänge ($\lambda1, \dots, \lambdaN$) des Nachrichtensignals festgelegten Ausgang ausgeben, und dass jeweils Ausgänge verschie-

30

dener Demultiplexer(D_1, \dots, D_M) zum Ausgeben von Nachrichtensignalen gleicher Trägerfrequenz an dieselbe Schaltmatrix (S_{1-1}, \dots, S_{1-N}) der ersten Gruppe angeschlossen sind.

5

5. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der jede Schaltmatrix ($S_{2-1}, \dots, S_{2-AD}; S_{2'-1}, \dots, S_{2'-AD};$) der zweiten Gruppe eine Anzahl M von Eingängen für Abzweigdatenverkehr sowie eine Anzahl von wenigstens $2M-1$, vorzugsweise exakt $2M-1$, von an Eingänge von Schaltmatrizen der dritten Gruppe ($S_{3-1}, \dots, S_{3-(2M-1)}$) angeschlossenen Ausgängen aufweist.

10

6. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der jede optische Schaltmatrix (S_{1-1}, \dots, S_{1-N}) der ersten Gruppe eine Anzahl M von Ausgängen für Durchgangsdatenverkehr sowie eine Anzahl von wenigstens $2M-1$, vorzugsweise exakt $2M-1$, von an Ausgänge von Schaltmatrizen der dritten Gruppe angeschlossenen Eingängen aufweist.

20

25

30

7. Optische Schaltstation mit

- einer ersten Mehrzahl ($N*M$) von Eingangskanälen (i_1, \dots, i_M) für Durchgangsdatenverkehr,
- einer zweiten Mehrzahl ($N*M$) von Ausgangskanälen (o_1, \dots, o_M) für Durchgangsdatenverkehr,
- einer ersten Gruppe von optischen Schaltmatrizen (S_{1-1}, \dots, S_{1-N}) zum Verbinden jedes Durchgangsdatenverkehr-Eingangskanals

(i1, ..., iM) mit einem beliebigen der Durchgangsdatenverkehr-Ausgangskanäle (o1, ..., oM),

5 wobei jeder Durchgangsdatenverkehr-Eingangskanal (i1, ..., iM) an einen Eingang einer Schaltmatrix (S1-1, ..., S1-N) der ersten Gruppe angeschlossen ist und jeder Durchgangsdatenverkehr-Ausgangskanal (o1, ..., oM) an einen Ausgang einer Schaltmatrix (S1-1, ..., S1-N) der ersten Gruppe angeschlossen ist,

10 - einer vierten Mehrzahl (P) von Ausgangskanälen für Abzweigdatenverkehr,

15 wobei jeder Abzweigdatenverkehr-Ausgangskanal an einen Ausgang einer fünften Gruppe von Schaltmatrizen (S5-1, ..., S5-AD; S5'-1, ..., S5'-AD)) angeschlossen ist

20 wobei Eingänge der fünften Gruppe von Schaltmatrizen (S5-1, ..., S5-AD) an Ausgänge einer vierten Gruppe von Schaltmatrizen (S4-1, ..., S4-(2M-1)) derart angeschlossen sind und Eingänge der vierten Gruppe von Schaltmatrizen (S4-1, ..., S4-(2M-1)) an Ausgänge der ersten Gruppe von Schaltmatrizen derart angeschlossen sind, dass die Schaltmatrizen der ersten, vierten und fünften Gruppe ein Clos-Netzwerk 25 bilden.

30 8. Optische Schaltstation nach Anspruch 7, mit einer Mehrzahl von Multiplexern (m1, ..., MM), die jeweils einen Ausgang zum Anschließen einer optischen Ausgangsfaser(o1, ..., OM), auf der mehrere Nachrichtensignale im Multiplex übertragbar sind, und eine Mehrzahl von Eingängen zum Eingeben jeweils eines einzelnen der

Nachrichtensignale von einem der Durchgangsverkehr-Ausgangskanäle (o_1, \dots, o_M) aufweisen.

5 9. Optische Schaltstation nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Multiplexer (M_1, \dots, M_M) an jede Schaltmatrix (S_{1-1}, \dots, S_{1-N}) der ersten Gruppe über genau einen Ausgangskanal angeschlossen ist.

10 10. Optische Schaltstation nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei der jede optische Schaltmatrix der zweiten Gruppe ($S_{2-1}, \dots, S_{2-AD}; S_{2'-1}, \dots, S_{2'-AD}$; eine Anzahl M von Ausgängen für Abzweigdatenverkehr sowie eine Anzahl von wenigstens $2M-1$, vorzugsweise exakt $2M-1$, von an Ausgänge von Schaltmatrizen ($S_{4-1}, \dots, S_{4-(2M-1)}$) der vierten Gruppe angeschlossenen Eingängen aufweist.

15 20 11. Optische Schaltstation nach einem der Ansprüche 7 bis 10, bei der jede optische Schaltmatrix der ersten Gruppe (S_{1-1}, \dots, S_{1-N}) eine Anzahl M von Eingängen (i_1, \dots, i_M) für Durchgangsdatenverkehr sowie eine Anzahl von wenigstens $2M-1$, vorzugsweise exakt $2M-1$, von an Eingänge von Schaltmatrizen ($S_{4-1}, \dots, S_{4-(2M-1)}$) der vierten Gruppe angeschlossenen Ausgängen (o_{M+1}, \dots, o_{3M-1}) aufweist.

25 30 12. Optische Schaltstation nach einem der Ansprüche 1 bis 3 und nach einem der Ansprüche 7 bis 11, bei der die zweite Gruppe von optischen Schaltmatrizen und die fünfte Gruppe von opti-

schen Schaltmatrizen ($S2'^{-1}, \dots, S2'^{-AD}$) identisch sind.

Zusammenfassung

5

Eine optische Schaltstation umfasst jeweils eine Mehrzahl ($N \times M$) von Eingangs- und Ausgangskanälen ($i_1, \dots, i_M; o_1, \dots, o_M$) für Durchgangsdatenverkehr,

10 eine erste Gruppe von optischen Schaltmatrizen (S_{1-1}, \dots, S_{1-N}) zum Verbinden der Durchgangsdatenverkehr-Eingangskanäle (i_1, \dots, i_M) und -Ausgangskanäle (o_1, \dots, o_M) untereinander,

wobei jeder Durchgangsdatenverkehr-Eingangskanal

15 (i_1, \dots, i_M) an einen Eingang einer Schaltmatrix (S_{1-1}, \dots, S_{1-N}) der ersten Gruppe angeschlossen ist und jeder Durchgangsdatenverkehr-Ausgangskanal (o_1, \dots, o_M) an einen Ausgang einer Schaltmatrix (S_{1-1}, \dots, S_{1-N}) der ersten Gruppe angeschlossen

20 ist,

eine Mehrzahl (P) von Eingangskanälen (a_1, \dots, a_P) und Ausgangskanäle (d_1, \dots, d_P) für Abzweigdatenverkehr,

wobei jeder Abzweigdatenverkehr-

25 Eingangs/Ausgangskanal ($a_1, \dots, a_P; d_1, \dots, d_P$) an einen Eingang/Ausgang einer zweiten Gruppe von Schaltmatrizen ($S_{2'-1}, \dots, S_{2'-AD}$) angeschlossen ist,

wobei Ausgänge/Eingänge der zweiten Gruppe von

30 Schaltmatrizen an Eingänge einer dritten Gruppe von Schaltmatrizen ($S_{3-1}, \dots, S_{3-(2M-1)}$) Ausgänge einer vierten Gruppe ($S_{4-1}, \dots, S_{4-(2M-1)}$) derart angeschlossen sind und Ausgänge/Eingänge der dritten/vierten Gruppe von Schaltmatrizen an Eingän-

ge/Ausgänge der ersten Gruppe von Schaltmatrizen
derart angeschlossen sind, dass die Schaltmatrizen
der zweiten, dritten und ersten bzw der ersten,
vierten und zweiten Gruppe ein Clos-Netzwerk bil-
5 den.

(Figur 3)

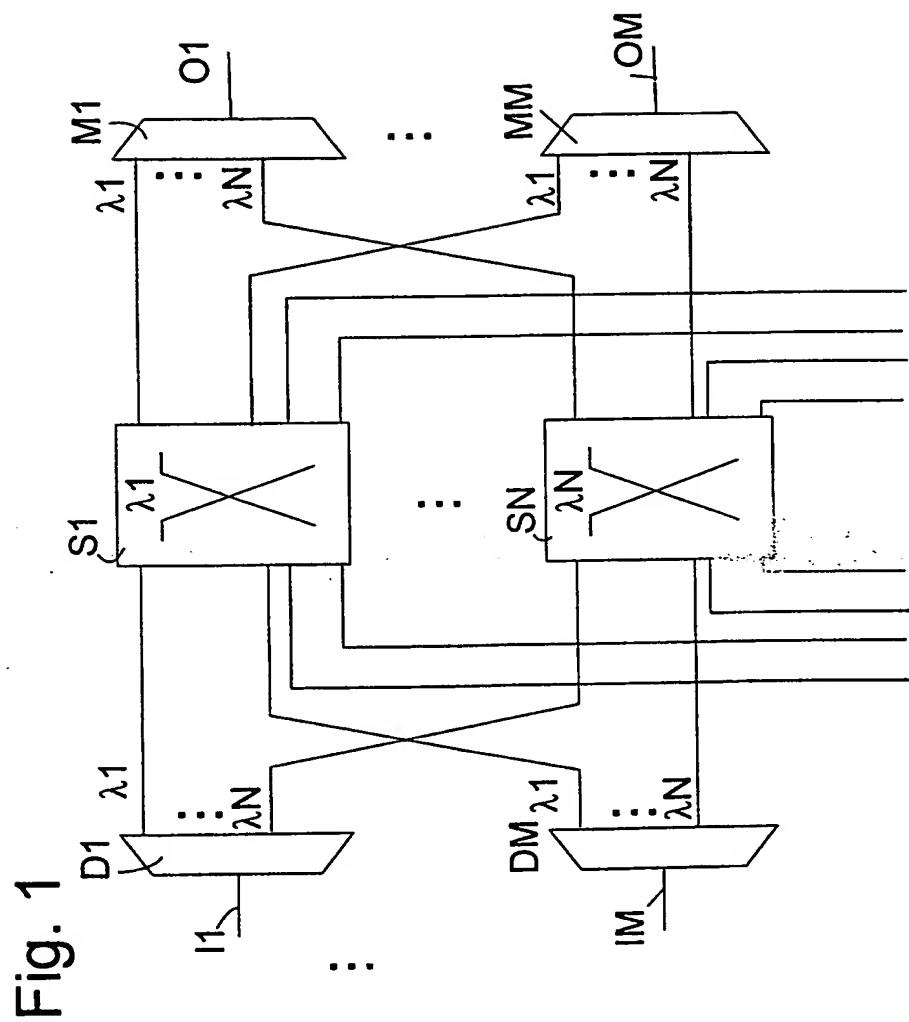


Fig. 1

Fig. 2

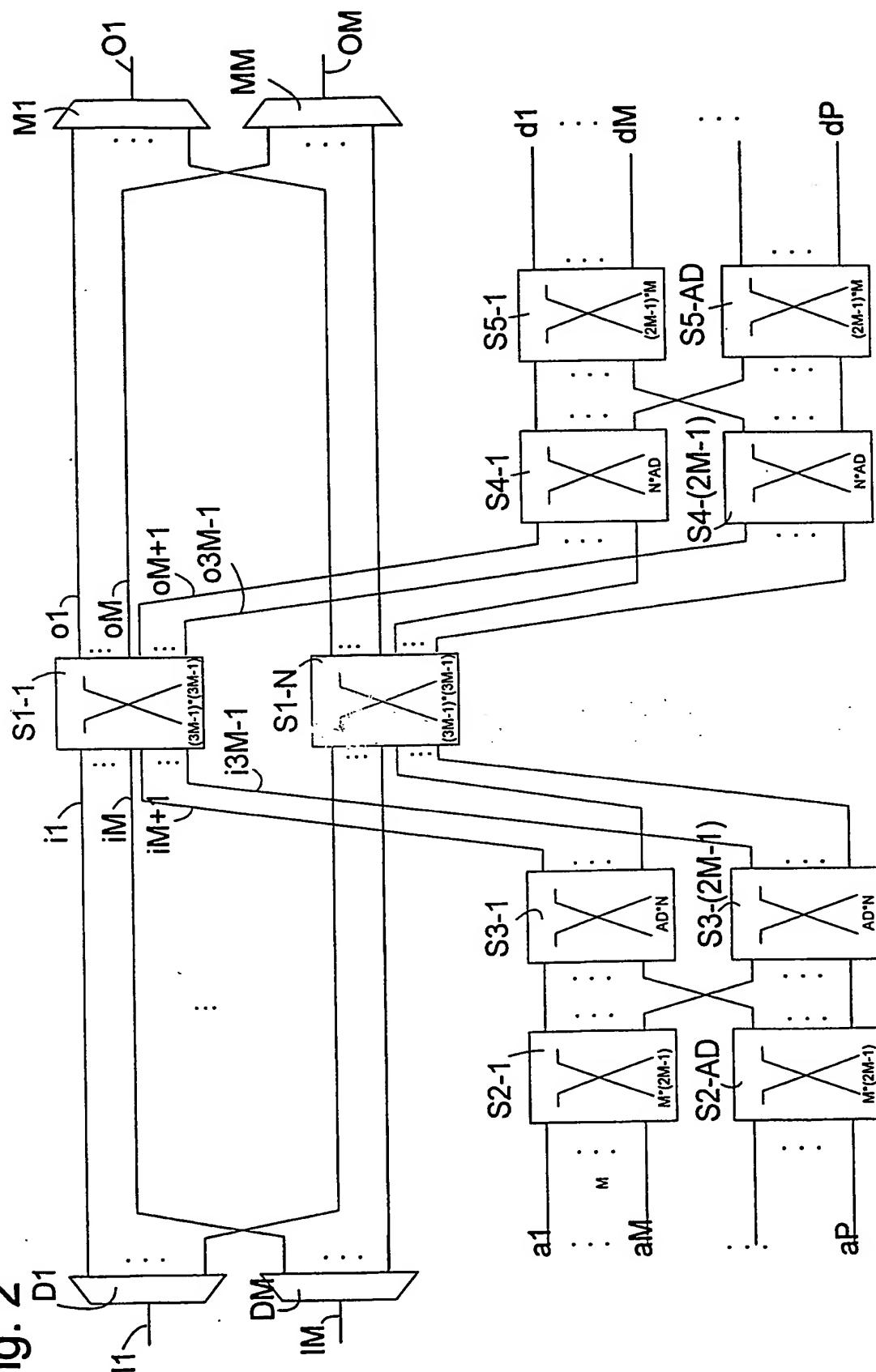


Fig. 3

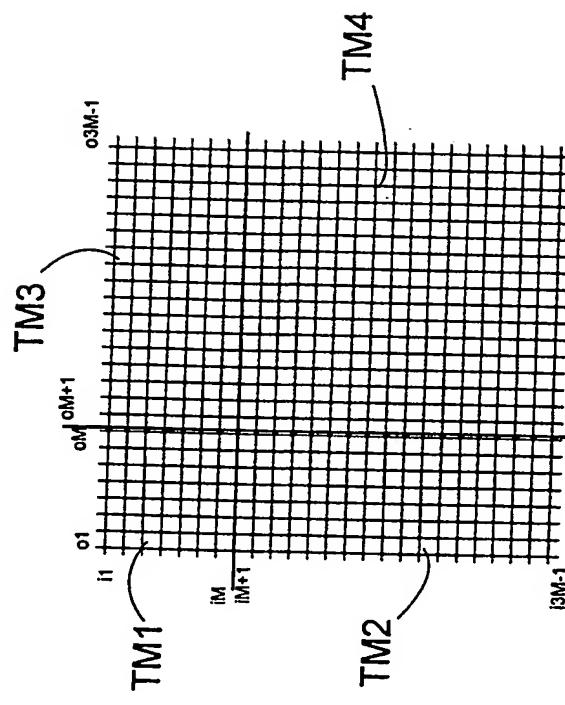


Fig. 4

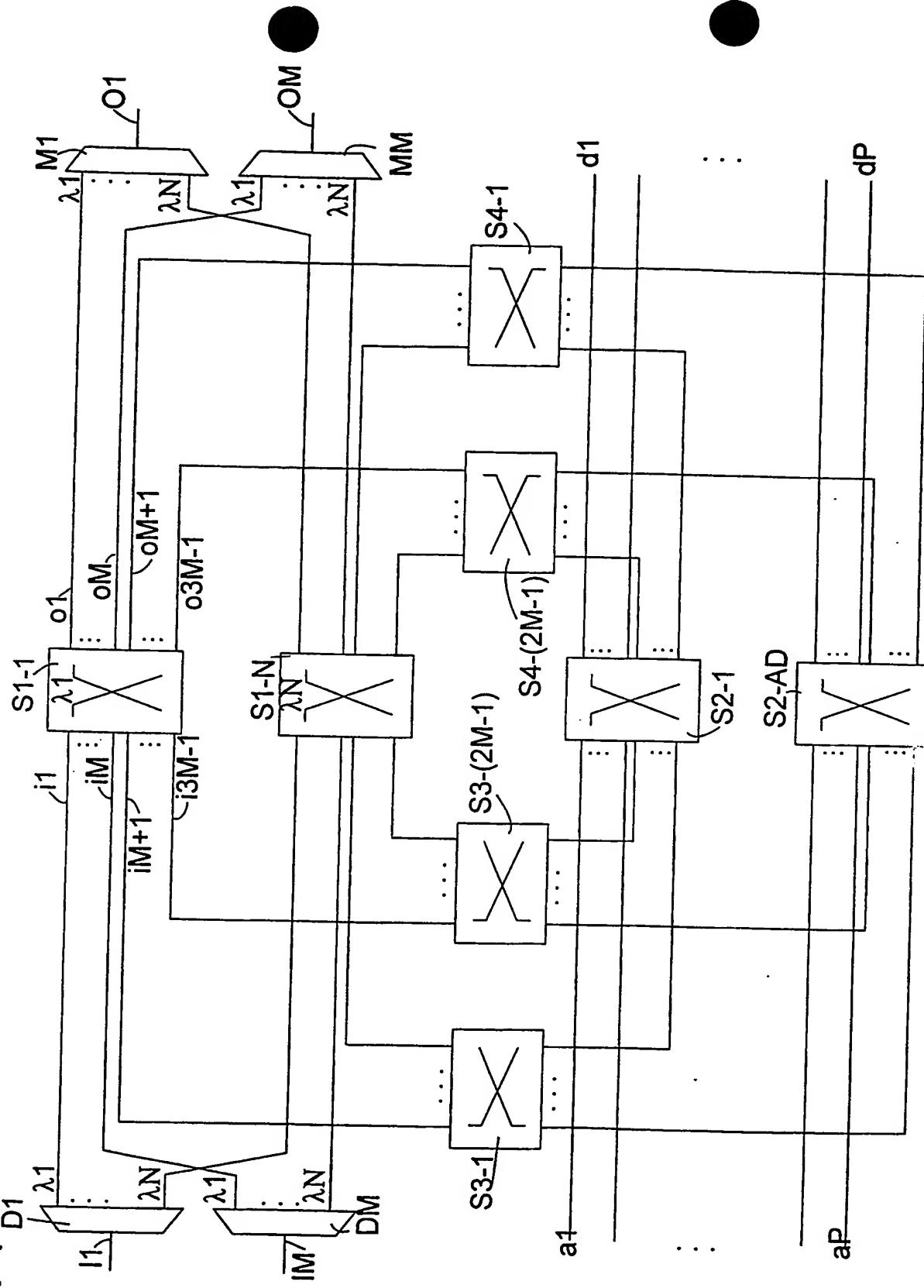


Fig. 5

